

РОССИЙСКАЯ ФЕДЕРАЦИЯ

(19) RU (11) **113 827** (13) U1

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА  
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ  
(51) МПК  
[G01B 5/00 \(2006.01\)](#)

## (12) ОПИСАНИЕ ПОЛЕЗНОЙ МОДЕЛИ К ПАТЕНТУ

Статус: не действует (последнее изменение статуса: 17.08.2015)  
Пошлина: учтена за 1 год с 12.08.2011 по 12.08.2012

(21)(22) Заявка: [2011134006/28](#), 12.08.2011(24) Дата начала отсчета срока действия патента:  
12.08.2011

Приоритет(ы):

(22) Дата подачи заявки: 12.08.2011

(45) Опубликовано: [27.02.2012](#) Бюл. № 6

Адрес для переписки:

620002, г. Екатеринбург, ул. Мира, 19,  
Уральский федеральный университет им.  
Первого Президента России Б.Н. Ельцина,  
Центр интеллектуальной собственности,  
Т.В. Маркс

(72) Автор(ы):

Шалимов Михаил Петрович (RU),  
Табатчиков Павел Александрович (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Федеральное автономное образовательное  
учреждение высшего профессионального  
образования "Уральский федеральный  
университет им. Первого Президента  
России Б.Н. Ельцина" (RU)

## (54) УСТРОЙСТВО ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ УГЛА ЕСТЕСТВЕННОГО ОТКОСА ПОРОШКОВЫХ МАТЕРИАЛОВ

## (57) Реферат:

Полезная модель относится к средствам измерения, в частности к устройствам для измерения параметров насыпного конуса, и может быть использована для определения качества, в том числе однородности и сыпучести, порошковых материалов, используемых в производстве сварочных порошковых проволок. Технический результат полезной модели предусматривает повышение достоверности определения однородности и сыпучести порошковых материалов путем повышения точности определения угла естественного откоса порошковых материалов. Устройство включает основание (1), направляющие стойки (2), на которых посредством втулок (3) и соединительных стержней (4) закреплено с возможностью вертикального перемещения кольцо (5) с закрепленной в нем воронкой (6). В зависимости от вида порошка воронка выполнена с конусностью  $9 \div 22^\circ$ , при этом ее внутренняя поверхность выполнена с полировкой Ra  $0,01 \div 0,16$  мкм. На основании (1) установлена основная измерительная шкала (8) с нониусной шкалой (9), соединенной пластиной (10) с одной из втулок (3). Основание (1) установлено на двух регулируемых по высоте опорах (11) и одной нерегулируемой опоре (12). С помощью штифта (13) на основании (1) установлен плоский диск (14), при этом ось штифта (13) проходит через центр диска (14), угол между плоскостью диска (14) и осью воронки (6) и составляет  $90 \pm 0,1^\circ$ , при этом ось воронки (6) совпадает с центром плоского диска (14). На основании (1) установлен цилиндрический уровень (5). Для снятия электростатического заряда, на основании (1) установлен винт заземления (16).

Угол естественного откоса  $\beta$  данного порошкового материала вычисляется по формуле

$$\beta = \arctg \frac{2 \cdot h}{D - d}, \text{ где,}$$

D - диаметр плоского диска 14, изготовленного с точностью  $\pm 0,1$  мм;

d - диаметр выходного отверстия воронки 6, изготовленного с точностью  $\pm 0,1$  мм.

h - высота усеченного конуса насыпного материала.

1 н.п.ф., 4 з.п.ф., 2 ил.

Полезная модель относится к средствам измерения, в частности к устройствам для измерения параметров насыпного конуса, сформировавшегося при свободной вертикальной засыпке частиц сыпучего материала на горизонтальную плоскость, и может быть использована для определения качества, в том числе однородности и сыпучести, порошковых материалов, используемых в производстве сварочных порошковых проволок.

Известно устройство для определения угла естественного откоса порошковых комбикормов, содержащее две смежные вертикальные стенки, установленные на основании, выполненные из органического стекла, металлическую конусную воронку с углом конуса  $60^\circ$ , установленную в месте соединения смежных стенок, на одну из которых нанесены риски, соответствующие различным углам в градусах (см. ГОСТ 28254-89). Испытуемый продукт через металлическую воронку засыпают в устройство до тех пор, пока вершина насыпки не сравняется с вершиной воронки. Угол естественного откоса определяют в соответствии с рисками, нанесенными на стенку.

Недостатком данного устройства является то, что практически невозможно точно измерить угол естественного откоса по рискам, нанесенным на одну из вертикальных стенок. Кроме того, при измерении не учитываются неизбежно возникающие искривления поверхности откоса у вершины и основания сформированной четверти конуса, а также отклонения контура основания от правильной окружности. А следовательно, не учитывается при измерении степень сегрегации, вызывающая искажения параметров конуса насыпного материала, т.е. распределение частиц по крупности, форме и плотности. Эти искажения будут тем значительнее, чем выше насыпная масса испытываемого порошкового материала.

Наиболее близким к предлагаемой полезной модели является устройство для определения угла естественного откоса порошковых материалов (см. Андрианов Е.И. Методы определения структурно-механических характеристик порошкообразных материалов, М.: Химия, 1978, с.127), содержащее воронку, фиксированное основание в виде горизонтального плоского диска, средство измерения в виде линейки и визира. Высоту сформированного конуса определяют по высоте поднятия воронки с помощью линейки и визира или по изображению профиля конуса на экране. Для нахождения положения геометрической вершины конуса проводят экстраполяцию образующих откосов до их пересечения.

Недостатком известного устройства является высокая скорость падения частиц, низкая точность измерений линейкой и визиром. Экстраполяция образующих откосов для нахождения положения геометрической вершины конуса также не исключает появление ошибок измерения.

Для получения наиболее однородной шихты при перемешивании различных порошков необходимо, чтобы такой их показатель, как сыпучесть, был примерно одинаковым. При низкой сыпучести не обеспечивается однородность шихты вследствие ее «зависания» в бункере и неравномерной подачи в объем заворачиваемой проволоки. При высокой сыпучести шихты наблюдается явление сегрегации частиц материала, т.е. разделение на крупные тяжелые фракции, которые скатываются к стенкам бункера, и на мелкие фракции, которые сосредотачиваются в зоне канала истечения. Поэтому материал, заполняемый в бункер, отличается фракционным и химическим составом от материала, выпускаемого из него. Сыпучесть порошковых материалов принято определять по значению угла естественного откоса  $\beta$ , представляющего собой угол между основанием и образующей конуса, сформировавшегося при свободной вертикальной засыпке частиц сыпучего материала на горизонтальную плоскость.

Технический результат полезной модели предусматривает повышение достоверности определения качества, в том числе однородности и сыпучести, порошковых материалов, используемых в производстве сварочных порошковых проволок, путем повышения точности определения их угла естественного откоса.

Указанный технический результат достигается тем, что в устройстве для определения угла естественного откоса сыпучих материалов, включающем основание, воронку, выполненную в виде конуса, плоский диск, закрепленный на основании, и средство измерения, согласно полезной модели, оно дополнительно содержит средство перемещения воронки в вертикальном направлении, выполненное в виде направляющих стоек, закрепленных на основании, на которых посредством втулок и соединительных стержней закреплено с возможностью вертикального перемещения кольцо для крепления воронки, выполненной из нержавеющей немагнитной стали, конусность которой составляет  $9 \div 22^\circ$ , внутренняя поверхность воронки выполнена с полировкой  $Ra\ 0,01 \div 0,16$  мкм, средство измерения высоты подъема воронки выполнено в виде измерительной шкалы, установленной на основании и снабженной подвижной линейной нониусной шкалой, соединенной с втулкой, при этом воронка выполнена из нержавеющей немагнитной стали 12Х18Н10Т, основание снабжено регулируемыми опорами, цилиндрическим уровнем, и винтом заземления, диск закреплен на основании при помощи штифта.

Наличие средства перемещения воронки в вертикальном направлении, выполненного в виде вертикальных направляющих стоек, на которых посредством втулок и соединительных стержней закреплено с возможностью возвратно-поступательного перемещения кольцо для крепления воронки, позволяет плавно, без толчков и вибраций перемещать воронку в строго перпендикулярном направлении, что обеспечивает стабильность результатов измерений.

Выполнение конусности воронки в пределах  $9 \div 22^\circ$ , а также полировка ее внутренней поверхности до  $Ra\ 0,01 \div 0,16$  мкм способствуют истечению порошкового материала по гидравлической форме. При данной форме истечения порошкового материала в нем отсутствуют неподвижные зоны, а также не образуется канал в порошковом материале в виде воронки или трубы, что способствует оптимальной скорости истечения порошкового материала. Таким образом, в воронке предлагаемой конструкции происходит перемешивание сегрегированного материала и обеспечивается его усреднение, что позволяет стабильно получать насыпной конус геометрически правильной формы, а следовательно, повысить точность измерения его параметров. При конусности воронки более  $22^\circ$ , истечение порошкового материала будет неустойчивым вследствие развития явления сводообразования и последующего обрушения из-за образования канала, вызванного сегрегацией и расслаиванием порошкового материала. При конусности воронки менее  $9^\circ$  усреднения сегрегированного при засыпке в воронку материала практически не происходит, так как в этом случае порошковый материал движется в ней равномерно, как сплошное тело.

Выполнение воронки из нержавеющей немагнитной стали 12Х18Н10Т делает ее более прочной и сохраняющей свои геометрические размеры в процессе работы, при этом она не оказывает воздействия на ферромагнитные порошковые материалы, что повышает достоверность определения угла естественного уклона порошковых материалов.

Технических решений, совпадающих с совокупностью существенных признаков полезной модели, не выявлено, что позволяет сделать вывод о соответствии полезной модели условию патентоспособности «новизна».

Условие патентоспособности «промышленная применимость» доказано на примере конкретного выполнения полезной модели.

На фигуре 1 изображен общий вид устройства.

На фигуре 2 изображен вид А фигуры 1.

Устройство для определения угла естественного откоса включает основание 1, направляющие стойки 2, закрепленные на основании 1, на которых посредством втулок 3 и соединительных стержней 4 закреплено с возможностью вертикального возвратно-поступательного перемещения кольцо 5 с закрепленной в нем воронкой 6. В зависимости от вида порошка конусность воронки находится в пределах  $9 \div 22^\circ$ . Конусность применяемой воронки 6 зависит от разброса значений геометрических размеров частиц испытываемого порошкового материала. Чем больше разброс этих значений, следовательно, выше склонность порошка к сегрегации, тем больше должна быть выбрана конусность воронки. Внутренняя поверхность воронки отполирована до значений  $Ra\ 0,01 \div 0,16$  мкм, причем меньше значение  $Ra$  должно быть у воронки с большей конусностью и наоборот. На одной из втулок 3 установлен стопорный винт 7 с рифленой ручкой для фиксирования воронки 6 в необходимом положении. На основании 1 установлена основная измерительная шкала 8 с ценой деления 1,0 мм, на которой с возможностью вертикального перемещения установлена нониусная шкала 9 с ценой деления 0,1 мм, и соединенная пластиной 10 с одной из втулок 3. Основание 1 установлено на двух регулируемых по высоте опорах 11 и

одной нерегулируемой опоре 12. С помощью штифта 13 на основании 1 установлен и зафиксирован плоский диск 14, при этом ось штифта 13 проходит через центр диска 14. Угол между плоскостью диска 14 и осью воронки 6 составляет  $90 \pm 0,1^\circ$ , при этом ось воронки 6 совпадает с центром диска 14. Конструкция устройства позволяет осуществлять замену воронки 6 и диска 14 на другие с необходимыми параметрами конусности и шероховатости внутренней поверхности воронки и диаметра диска, которые зависят от вида испытываемого порошкового материала и его объема. Воронка выполнена из нержавеющей немагнитной стали 12Х18Н10Т, что делает ее более прочной и сохраняющей свои геометрические размеры в процессе работы, при этом она не оказывает воздействия на ферромагнитные порошковые материалы. Для определения строго горизонтального положения основания 1 установлен цилиндрический уровень 15. Для снятия электростатического заряда, который может накапливаться на устройстве в процессе работы с порошковыми материалами и отрицательно влиять на точность измерений, на основании 1 установлен винт заземления 16. Порошковый материал при высыпании из воронки 6 образует усеченный конус 17.

Устройство работает следующим образом. Заземляют устройство с помощью винта 16. Затем с помощью двух регулируемых по высоте опор 11 основание 1 с закрепленным на нем плоским диском 14 приводят в горизонтальное положение. Контроль горизонтальности осуществляется с помощью цилиндрического уровня 15. После освобождения стопорного винта 7 воронка 6, закрепленная в кольце 5, опускается до соприкосновения плоскости ее выходного отверстия с плоскостью диска 14. В этом положении воронки 6 деления на основной измерительной шкале 8 и нониусной шкале 9 показывают значение «ноль». Далее в воронку 6 засыпают необходимое количество испытываемого порошкового материала. В зависимости от вида порошка, объем материала, необходимый для определения угла естественного откоса, может составлять  $50-100 \text{ см}^3$ , причем меньшие значения объема принимают для порошкового материала с большей насыпной массой. Удерживая кольцо 5, производят плавный подъем воронки 6 по направляющим стойкам 2, при этом порошковый материал высыпается через ее выходное отверстие на горизонтальную плоскость диска 14 и формирует усеченный конус 17 порошкового материала. Скорость подъема воронки 6 должна совпадать со скоростью истечения порошкового материала через ее выходное отверстие, обеспечивая минимальную скорость поступления частиц порошка на откос усеченного конуса 17. Контроль скорости подъема воронки 6 осуществляется визуально. При малой скорости подъема воронки 6 порошок высыпается с пульсациями, при большой скорости масса высыпавшегося порошка в единицу времени резко возрастает. В том и другом случаях происходит увеличение скорости поступления частиц порошкового материала на откос порошкового усеченного конуса 17 и образованию нестабильной поверхности откоса, что в конечном итоге приводит к снижению точности определения угла естественного откоса. Насыпку ведут до образования стабильной поверхности откоса и достижения основания усеченного конуса 17 краев плоского диска 14. В этом случае основание усеченного конуса 17, ограниченное краями плоского диска 14, строго соответствует его диаметру. Поверхность откоса у основания усеченного конуса 17 не имеет искривления благодаря тому, что небольшая часть порошка падает с плоского диска 14 на основание 1. В момент достижения основания усеченного конуса 17 краев диска 14 перемещение воронки 6 прекращают и фиксируют ее положение с помощью стопорного винта 7. При этом некоторая часть испытываемого порошкового материала должна оставаться в воронке 6 для того, чтобы в результате высыпания порошка был сформирован усеченный конус 17, имеющий диаметр при вершине, равный диаметру выходного отверстия воронки 6, при этом поверхность откоса у вершины усеченного конуса 17 не имеет искривлений. Высоту усеченного конуса 17 определяют по высоте поднятия воронки 6 с точностью  $\pm 0,1 \text{ мм}$  по основной шкале 8 и нониусной шкале 9.

Угол между плоскостью диска 14 и образующей сформированного усеченного конуса 17 является углом естественного откоса (3 данного порошкового материала и вычисляется по формуле:

$$\beta = \arctg \frac{2 \cdot h}{D - d}, \text{ где,}$$

D - диаметр плоского диска 14, изготовленного с точностью  $\pm 0,1 \text{ мм}$ ;

d - диаметр выходного отверстия воронки 6, изготовленного с точностью  $\pm 0,1 \text{ мм}$ .

h - высота усеченного конуса 17

Разработанное устройство использовалось при исследовании качества заполнения сварочной проволоки марки ПП-СП-10, в состав шихты которой входит 9

порошковых компонентов: рутиловый концентрат, мрамор, плавиково-шпатовый концентрат, железный порошок, ферромарганец, ферросилиций, ферротитан, алюминиевый порошок и кремнефтористый натрий.

Результаты измерения угла естественного откоса  $\beta$  некоторых порошковых компонентов отражены в таблице.

Наименование порошкового компонента	Угол естественного откоса $\beta$ , град.	
	Порошковый материал с типичным гранулометрическим составом	После корректировки гранулометрического состава порошкового материала
Железный порошок	33,06	34,52
Рутиловый концентрат	30,01	36,59
Мрамор	42,77	37,35
Плавиково-шпатовый концентрат	44,34	37,87
Ферромарганец	44,69	36,83
Ферросилиций	39,04	35,96
Алюминиевый порошок	36,05	37,08

Величины углов естественного откоса, рассчитанные по результатам замеров, зафиксированных с помощью предлагаемого устройства, показывают, что порошковые компоненты с типичным гранулометрическим составом имеют большой разброс значений угла  $\beta$ , а именно, от 30,01 до 44,69°. Следует ожидать, что получить их однородную смесь в этом случае маловероятно. После корректировки гранулометрического состава порошкового материала некоторых компонентов путем частичного удаления фракций менее 0,005 мм и добавления более крупных, либо наоборот, разброс значений угла  $\beta$  уменьшается и составляет от 34,52 до 37,87°. Следовательно, такие компоненты будут лучше смешиваться, поскольку их сыпучесть близка.

За окончательный результат испытания принимается среднее арифметическое значение результатов трех параллельных измерений. Расхождение между абсолютными значениями трех рассчитанных углов должны быть не более одного градуса.

Таким образом, предлагаемое устройство позволяет с необходимой высокой точностью произвести замеры параметров угла естественного откоса различных порошковых материалов и точно определить угол естественного откоса порошковых материалов, входящих в состав смеси, а также подобрать требуемый гранулометрический состав смеси, с целью обеспечения наилучшей смешиваемости компонентов, входящих в состав шихты, что в конечном итоге позволяет повысить качество изготовления сварочных материалов, в частности порошковой проволоки.

#### Формула полезной модели

1. Устройство для определения угла естественного откоса порошковых материалов, включающее основание, подвижную воронку, выполненную в виде конуса, плоский диск, закрепленный на основании, и средство измерения, отличающееся тем, что оно дополнительно содержит средство перемещения воронки в вертикальном направлении, выполненное в виде направляющих стоек, закрепленных на основании, на которых посредством втулок и соединительных стержней закреплено с возможностью вертикального перемещения кольцо для крепления воронки, выполненной из нержавеющей немагнитной стали с конусностью в пределах  $9 \div 22^\circ$ , при этом внутренняя поверхность воронки выполнена с полировкой в пределах Ra 0,01÷0,16 мкм, средство измерения высоты подъема воронки выполнено в виде основной измерительной шкалы, установленной на основании и снабженной подвижной линейной нониусной шкалой, соединенной с втулкой.

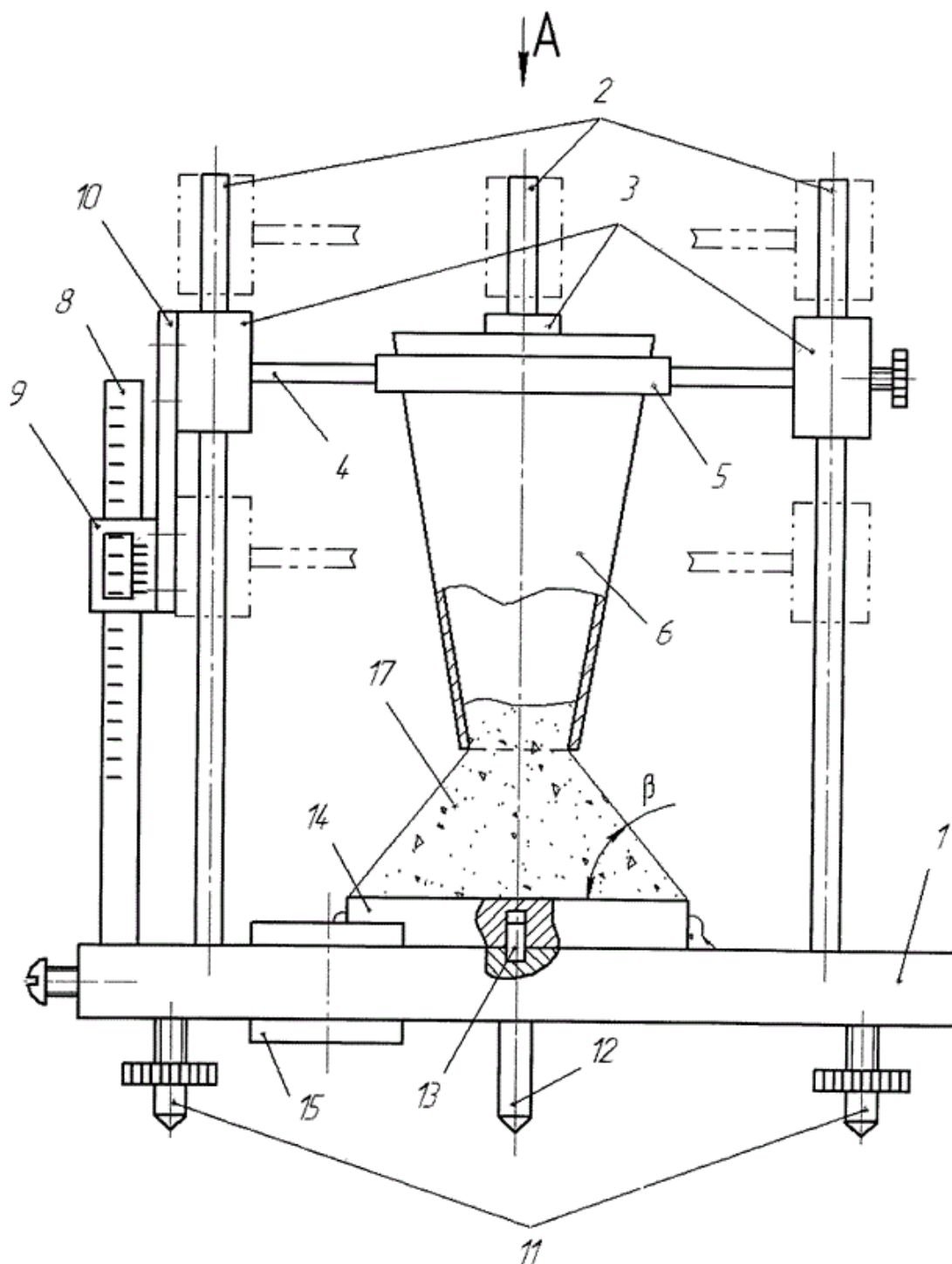
2. Устройство по п.1, отличающееся тем, что воронка выполнена из нержавеющей немагнитной стали 12Х18Н10Т.

3. Устройство по п.1, отличающееся тем, что основание снабжено регулируемыми опорами.

4. Устройство по п.1, отличающееся тем, что основание снабжено цилиндрическим уровнем.

5. Устройство по п.1, отличающееся тем, что основание снабжено винтом заземления.

6. Устройство по п.1, отличающееся тем, что диск закреплен на основании при помощи штифта.



## ФАКСИМИЛЬНЫЕ ИЗОБРАЖЕНИЯ

Реферат:

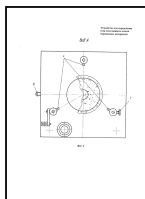
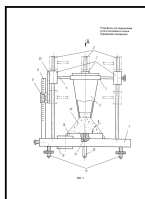


Описание:





**Рисунки:**



## ИЗВЕЩЕНИЯ

**ММ1К Досрочное прекращение действия патента из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе**

Дата прекращения действия патента: **13.08.2012**

Дата публикации: [10.06.2013](#)